

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE AU DEVELOPPEMENT RURAL

DEPARTEMENT DES RECHERCHES FORESTIERES ET PISCICOLES

ESSAI D'ECLAIRCIE SUR PINUS KESIYA

Installation et premiers résultats

(Essai 53 - Ambohibary)

FO.FI.FA.- DRFP : note n° 553

par Ir. D. LOUPPE
et M. LEFEVRE
du CTFT/CIRAD

Janvier 1986.

RESUME:

Un essai visant à déterminer les modalités de la première éclaircie chez Pinus kesiya a été installé en novembre 1984 à Ambohibary dans le chantier de la FANALAMANGA.

3 modes d'éclaircie ont été comparés: l'éclaircie sélective, l'éclaircie systématique 1 ligne/3 et l'éclaircie mixte enlevant 1 ligne sur 4 systématiquement + les arbres malvenants.

3 époques d'intervention, caractérisées par la surface terrière, seront testées: 1) $G=20 \text{ m}^2/\text{ha}$, 2) $G=25 \text{ m}^2/\text{ha}$ et 3) $G=30 \text{ m}^2/\text{ha}$. Seules les deux premières ont pu l'être en 1984 et 1985.

Les premiers résultats nous montrent que seule l'éclaircie sélective est adaptée au Pinus kesiya car cette espèce présente d'assez nombreux défauts. Un an seulement après une éclaircie de 30% d'intensité effectuée dans un peuplement de $G=20,5 \text{ m}^2/\text{ha}$ et de $H_0=10,5 \text{ m}$, on observait que l'indice de Hart-Becking et le volume sur pied étaient les mêmes qu'avant l'intervention.

Néanmoins, les éclaircies effectuées pour $G=25 \text{ m}^2/\text{ha}$, laissent sur pied un peuplement identique à celui dérivant de l'éclaircie précoce de l'année précédente. On peut ainsi supposer que le moment idéal de la première éclaircie ne peut être défini par une surface terrière unique. Pour l'instant, nous ne conseillerons pas de repousser la première éclaircie au delà de $G=25 \text{ m}^2/\text{ha}$. L'effectuer à ce stade ou beaucoup plus tôt dépendra des facteurs économiques du moment, donc plus du gestionnaire que du sylviculteur.

De nombreux autres résultats ont été acquis. Au lecteur désireux de les connaître, sans toutefois lire l'ensemble du texte, nous conseillerons d'aller directement au chapitre "Conclusions et Recommandations".

1 INTRODUCTION

En mai 1984, le Comité Technique de Revue de la FANALAMANGA a proposé de réorienter ce projet, initialement conçu pour la production de pâte à papier destinée à l'exportation, vers la satisfaction des besoins nationaux en produits bois.

Un schéma de plan directeur d'implantation d'industries forestières intégrées a été formulé.

Selon celui-ci, les plantations du Haut-Mangoro seraient appelées à fournir, en l'an 2000, environ 120.000 m³/an de sciages, ce qui correspond à 250.000 m³ grumes. Cette production représenterait approximativement 40% de la demande nationale en sciages.

Les autres options industrielles retenues utiliseraient le bois pour la production d'énergie (charbon de bois,...), de pâte kraft écorce (30.000 T/an), de panneaux de fibres et particules (20.000 m³/an) et de contre-plaqués (20.000 T/an).

En première approximation, l'ensemble de ces industries (secteur énergétique exclu) demanderait 485.000 m³ de bois-fort sous-écorce par an dont 185.000 de bois de trituration et 300.000 de grumes de dimensions sciage. Parmi ces dernières 50.000 m³ devraient être de très grande qualité (absence de noeuds,...) en vue de leur transformation par déroulage. La production d'une quantité supplémentaire de grumes de premier choix peut être envisagée soit pour des usages spéciaux demandant des bois sans noeuds (charpentes lamellés-collées,...), soit en vue d'exportation future de sciages de haut de gamme.

Produire des grumes de qualité en quantité demande une gestion rigoureuse impliquant la réalisation d'éclaircies sur de grandes surfaces.

Or, les connaissances sur l'éclaircie des plantations de Pinus kesiya à Madagascar sont faibles. Un seul essai a été mis en place au Mangoro, le CCT plots dont les premiers résultats à 14 ans viennent d'être publiés (notes FOFIFA/DRFP n° 526 de mars 1984 et n° 541 de mai 1985).

La Société FANALAMANGA a donc demandé au Département des Recherches Forestières et Piscicoles du FOFIFA d'entreprendre des recherches complémentaires afin de déterminer avec précision les règles d'éclaircie à adopter.

Une mission de reconnaissance conjointe FANALAMANGA/DRFP a été réalisée en septembre 1984 (note FOFIFA/DRFP n° 532). Pendant celle-ci une esquisse de protocole expérimental pour un essai d'éclaircie a été défini et l'emplacement retenu.

Les travaux de terrain, délimitation des parcelles et mesure en circonférences ont débuté dès le 2 octobre 1984.

L'ensemble des travaux est mené en collaboration étroite entre la FANALAMANGA et le DRFP. La conception, la supervision et le suivi de l'essai ont été confiés à l'équipe du CTFT travaillant au sein du Programme Résineux dans le sous-programme "Connaissance de la croissance des peuplements artificiels". La Société FANALAMANGA, quant à elle, met à la disposition des chercheurs les parcelles nécessaires, fournit le personnel et le matériel indispensable pour les mensurations, les éclaircies, ... Elle apporte son appui également pour les déplacements des chercheurs et l'édition des résultats.

2 CONDITIONS EXPERIMENTALES

2.1 Localisation

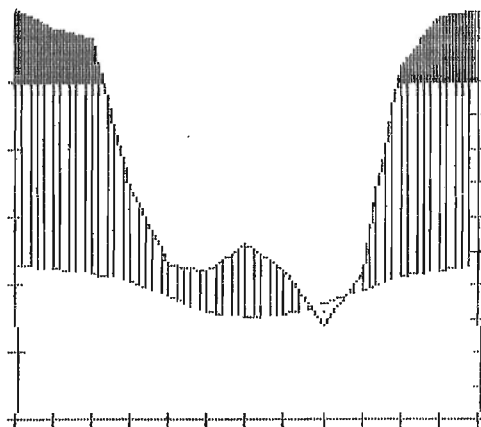
L'essai est installé dans le périmètre de Reboisement Industriel du Haut-Mangoro, Département Sud, Zone d'Ambohibary, dans des plantations de la saison 1977-78, parcelle 4 sous-parcelle 1. Les parcelles expérimentales sont situées à environ 5 km au sud de l'axe Antananarivo - Taomasina, 6 km avant Moramanga.

2.2 Climatologie

Le climat est tropical d'altitude, humide, à influence orientale. Le diagramme ci-joint en présente schématiquement les caractéristiques.

La pluviométrie annuelle moyenne est voisine de 1530 mm en 170 jours. Le mois le plus humide est janvier avec plus de 300 mm et le plus sec septembre avec 28 mm.

La température annuelle moyenne est de 19°2 avec des maxima variant de 20°3 en juillet à 28°1 en décembre (maximum absolu 34°4) et des minima de 10°5 en août et 17°2 en février (minimum absolu 1°2).



L'évaporation annuelle est de 520 mm avec un minimum de 29 mm en juin et un maximum de 61 mm en octobre et l'humidité relative est élevée: moyenne annuelle de 75% .

2.3 Historique des plantations

Les peuplements concernés par l'essai ont été établis sur des sols de tanety à pente faible: moins de 5% . La fertilité naturelle du site est bonne (par rapport à la moyenne du périmètre) et on y rencontre la Fougère-Aigle en abondance. La croissance des plantations non fertilisées au départ y est cependant faible et on constate d'importants symptômes de carence en potasse. Ces derniers s'observent également dans des parcelles fertilisées à la plantation.

Le terrain a été sous-solé avant plantation; celle-ci a été effectuée le 1er février 1978 avec Pinus kesiya. La densité théorique est de 1370 pieds/ha: écartement de 2,7 m au carré. Le taux moyen de reprise est supérieur à 80% . Une fertilisation starter de 75g par plant (soit environ 100 kg/ha) de PK 24-12 a été apportée. Une fertilisation de rappel a été effectuée le 12 avril 1984 à la dose de 400 kg/ha de NPK 8-16-24 + Zn.

Lors de l'inventaire de 1982, les parcelles concernées par l'expérimentation ont été cataloguées en classe II de fertilité. Suite à la fertilisation de rappel de 1984, elles passeront certainement en classe I.

La seule intervention sylvicole faite dans ces peuplements est l'élagage de pénétration.

En novembre 1984, les caractéristiques du peuplement étaient les suivantes:

- Age : 7 ans (6 ans 9 mois)
- Densité réelle : de 920 à 1360 plants/ha
- Hauteur dominante : entre 9,5 et 11,5 m
- Surface terrière : de 16,9 à 25,7 m²/ha
- Volume sous-écorce: de 44 à 78 m³/ha

3 PROTOCOLE EXPERIMENTAL

3.1 Buts de l'essai

Les deux questions primordiales posées à la recherche sont:

- a) A quel moment doit intervenir la première éclaircie?
- b) Quelle doit être l'intensité de cette éclaircie?

Se posent ensuite les problèmes suivants:

- c) Comment réaliser cette première éclaircie?
- d) Quel régime d'éclaircie faut-il prévoir pour les rotations ultérieures?

3.2 Conception de l'expérimentation

Il apparaît évident que répondre à ces 4 questions en un seul essai demanderait une quantité impressionnante de traitements différents. Nous avons donc décidé de répondre en priorité aux questions a) "quand ?" et c) "comment ?" en espérant que la réaction du peuplement suite aux éclaircies effectuées pourra nous éclairer sur les autres points: "intensité et régime d'éclaircie".

Comment définir le moment idéal de la première éclaircie?

Pour déclencher l'éclaircie, nous avons choisi de nous baser sur le facteur **surface terrière**. En effet, celui-ci est facilement mesurable et ne tient pas compte de l'âge des plantations. Nous avons donc prévu de passer en éclaircie dès que les surfaces terrières atteindront 20 (G en novembre 1984), 25 et 30 m²/ha. Intervenir pour des surfaces terrières plus importantes est certainement trop tardif pour une première éclaircie. Les autres facteurs, tel l'indice de Hart-Becking, seront mesurés ou calculés et analysés. Ils ne seront retenus pour l'aménagement des plantations que s'ils présentent plus de facilités d'utilisation que la surface terrière. Précisons que cette dernière peut être estimée au mètre carré près en quelques minutes grâce à un prisme dendrométrique ou un relascope de Bitterlich.

Comment réaliser l'éclaircie?

Deux techniques peuvent-être comparées: l'éclaircie sélective et l'éclaircie systématique. En effet, dans un jeune chantier où on aborde pour la première fois les problèmes d'éclaircie il nous a semblé qu'il serait plus aisé d'effectuer une éclaircie systématique qu'une éclaircie sélective: marquage, abattage et débardage étant simplifiés. De plus les coûts d'exploitation sont réduits et ceci peut être important dans une région où les petits bois n'ont pas ou peu de valeur marchande.

L'intensité d'éclaircie retenue à priori pour les deux

traitements est de 33% donc d'un arbre sur 3 ou d'une ligne sur 3.

Après réalisation de ces 2 types d'intervention nous avons constaté que l'éclaircie systématique n'était pas adaptée au Pinus kesiya en raison du nombre important d'individus de mauvaise forme existant. Un troisième traitement, souhaitant allier les avantages des deux autres, a donc été ajouté: l'éclaircie mixte enlevant une ligne sur 4 plus les arbres sans avenir dans les trois rangées restantes.

3.3 Protocole

3.3.1 Traitements

Le protocole comprend les traitements suivants:

- T1: Témoin non éclairci
- T2: Eclaircie sélective 1 arbre sur 3 (Nous avons décidé d'éliminer le plus mauvais arbre de chaque groupe de 3 dans la ligne de plantation. Quelques exceptions ont été faites lorsque par exemple on rencontrait 3 mauvais arbres sur une ligne alors que la ligne voisine ne comprenait que des beaux pieds ou que, comme dans la parcelle 16, la densité initiale trop faible (920/ha) aurait conduit à une densité finale correspondant à l'enlèvement d'un arbre sur 2 dans les autres parcelles).
- T3: Eclaircie systématique 1 ligne sur 3
- T4: Eclaircie sélective ramenant la surface terrière de 25 à 18 m²/ha.
- T5: Eclaircie sélective ramenant la surface terrière de 30 à 22 m²/ha.
- T6: Eclaircie mixte enlevant systématiquement 1 ligne sur 4 et sélectivement les individus indésirables (coupe sanitaire) dans les 3 rangées restantes.

Le protocole se limite pour l'instant à la première éclaircie. En effet, d'après un essai préliminaire de simulation informatisée d'éclaircies, il semble que plus le peuplement vieillit plus on peut accumuler de surface terrière (et donc de volume) sur pied sans nuire à la croissance individuelle des arbres. La seconde éclaircie ne devrait donc pas être réalisée sur les memes critères que la première. Pour vérifier cette assertion, nous avons entrepris un programme d'étude du CCT plots par analyse de tiges. En fonction des résultats que nous

obtiendrons nous réorienterons le protocole du présent essai.

A titre indicatif, nous avons initialement prévu (note FOFIFA-DRFP n° 532) d'effectuer la seconde et la troisième éclaircie dès fermeture du couvert dans les traitements 2, 3 et 6. Ces interventions enlèveraient chaque fois un arbre sur trois pour ramener la densité à 600 puis 400 tiges à l'hectare. Dans les traitements 4 et 5, il était prévu de passer en éclaircie dès que la surface terrière atteindrait respectivement 25 et 30 m²/ha et de ramener cette surface terrière à 18 et 22 m²/ha quelle que soit l'intensité d'éclaircie que cela implique.

3.3.2 Parcelles

Dans le but d'avoir un effet démonstratif mais également dans celui de pouvoir mener cet essai jusqu'au terme de la révolution, nous avons opté pour des parcelles d'une surface unitaire d'un demi hectare (70,7 * 70,7m) avec une parcelle utile de 10 ares (31,6 * 31,6m).

3.3.3 Blocs

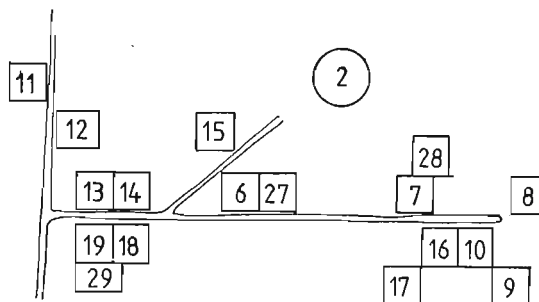
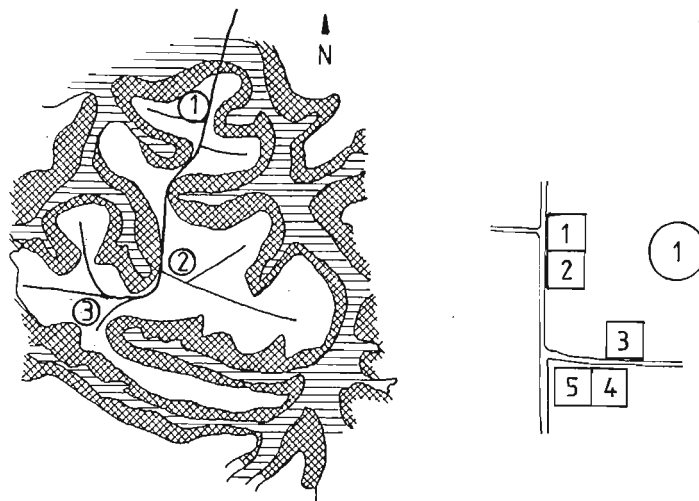
En raison de la dissection importante du relief, nous n'avons pas pu localiser l'essai en un endroit unique. Cet essai est donc fortement dispersé comme le montre le plan ci-joint.

L'essai s'étendant sur une grande surface, on observe des hétérogénéités de croissance entre parcelles. Aussi pour réduire au maximum le biais qui pourrait en résulter avons-nous classé les parcelles en fonction de leur hauteur dominante. Le premier bloc est constitué par les 6 parcelles les plus petites, le second par les 6 parcelles suivantes et ainsi de suite.

Le bloc V est un bloc à part: en effet sa croissance est très largement supérieure à l'ensemble de l'essai (son volume en 1984 est de plus de 20% supérieur à la moyenne des 4 autres blocs). Aussi nous pose-t-il un problème et il ne sera pas pris en compte lors des analyses statistiques. Nous le conservons cependant à titre d'exemple.

Les parcelles ont été numérotées par ordre croissant au moment de leur délimitation pour faciliter les mensurations préliminaires. Le numéro initial n'a pas été modifié afin de réduire le risque d'erreur qu'un changement de numérotation pourrait entraîner.

Le tableau I présente la répartition de ces parcelles selon les traitements et les blocs.



ESSAI 53 : Eclaircies dans un jeune peuplement
situation (Ambohibary) et plan

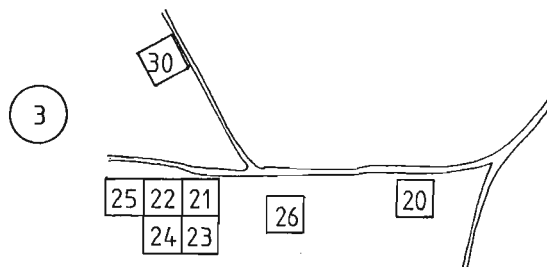


TABLEAU I: REPARTITION DES PARCELLES ENTRE TRAITEMENTS ET BLOCS

BLOCS	TRAITEMENTS					
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
	Témoin	Sélect	Systém	25->18	30->22	Mixte
B I	9	16	2	3	10	28
B II	1	11	15	14	4	27
B III	7	6	18	5	17	29
B IV	19	13	12	8	23	30
B V	21	22	20	24	25	26

TABLEAU I: REPARTITION DES PARCELLES ENTRE TRAITEMENTS ET BLOCS

BLOCS	TRAITEMENTS					
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
	Témoin	Sélect	Systém	25->18	30->22	Mixte
B I	9	16	2	3	10	28
B II	1	11	15	14	4	27
B III	7	6	18	5	17	29
B IV	19	13	12	8	23	30
B V	21	22	20	24	25	26

Le graphique 1 présente la localisation et le plan de l'essai.

3.3.4 Suivi de l'essai

L'essai sera mesuré en hauteurs dominantes et en circonférences chaque année au mois de septembre ou éventuellement d'octobre. Les calculs de surfaces terrières seront effectués rapidement afin que les éclaircies qui doivent être faites le soient au plus tard début novembre (date de la reprise de croissance active).

4 CALENDRIER DES TRAVAUX EFFECTUES

- Tournée de reconnaissance : 26-28/9/1984
- Délimitation et mesure (+ calculs préliminaires) des parcelles 1 à 25 : octobre 1984.
- Marquage des éclaircies et abattage des parcelles utiles: début novembre
- Délimitation des parcelles 26 à 30 : fin novembre
- Marquage et abattage de la parcelle utile dans les parcelles 26 à 30: début décembre.
- L'abattage des parcelles utiles a été effectué aux dates ci-dessus, celui des bordures a été réalisé de la mi-novembre à la mi-janvier par l'équipe d'inventaire de la FANALAMANGA dans le but d'estimer les coûts d'exploitation. (Malheureusement le manque d'expérience des bûcherons ne permet pas de considérer que l'estimation réalisée est fiable et correspond aux coûts réels d'une exploitation en vraie grandeur).

5 RESULTATS

Afin de permettre au lecteur de bien visualiser l'influence de l'éclaircie sur les facteurs étudiés nous présenterons, pour chacun de ces facteurs les données avant et après éclaircie en novembre 1984 ainsi que celles de novembre 1985.

Etant donné les variations existant entre les blocs, nous ne nous contenterons pas des moyennes pour chaque traitement mais nous donnerons, sous forme de tableaux, les résultats pour chacune des parcelles.

Les facteurs étudiés sont les suivants:

- densité
- hauteur dominante
- surface terrière
- surface terrière de l'arbre moyen
- diamètre de l'arbre moyen
- volume sur et sous écorce
- volume de l'arbre moyen
- indice d'espacement de Hart-Becking
- indice de stabilité du peuplement
- type d'éclaircie
- intensité de l'éclaircie
- poids de l'éclaircie

La définition de ces différents facteurs et indices est présentée en annexe.

Les résultats seront présentés en 2 parties:

- 1°) ceux concernant l'éclaircie de novembre 1984 effectuée dans les traitements 2, 3 et 6, ainsi que dans la parcelle 24.
- 2°) ceux concernant l'éclaircie d'août 1985 réalisée dans les parcelles 5, 8 et 14 pour ramener la surface terrière de 25 à 18 m²/ha.

5.1 Eclaircie de novembre 1984

5.1.1 Densités et intensité de l'éclaircie

TABLEAU II: DENSITE AVANT ABATTAGE (tiges/ha). novembre 1984

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	1150	920	1170	1120	1000	1120	1080
B II	1110	1120	1290	1360	1060	1060	1167
B III	1160	1130	1110	1000	1220	1140	1127
B IV	1060	1290	1100	1200	1290	1240	1197
B V	1120	1010	1320	1220	1040	1340	1175
MOYENNE	1120	1094	1198	1180	1122	1180	1149

TABLEAU III: ARBRES ENLEVES EN ECLAIRCIE (tiges/ha) novembre 1984

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I		170	420			400	
B II		310	370			330	
B III		340	390			410	
B IV		430	370			510	
B V		270	410	390		480	
MOYENNE		304	392			426	

TABLEAU IV: DENSITE APRES ECLAIRCIE (tiges/ha). novembre 1984

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	1150	750	750	1120	1000	720	
B II	1110	810	920	1360	1060	730	
B III	1160	790	720	1000	1220	730	
B IV	1060	860	730	1200	1290	730	
B V	1120	740	910	830	1040	860	
MOYENNE	1120	790	806		1122	754	

TABLEAU V : INTENSITE (%) DE L'ECLAIRCIE de novembre 1984
(nombre de tiges enlevées/nombre de tiges avant éclaircie - en %)

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	system	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I		18	36			36	
B II		28	29			31	
B III		30	35			36	
B IV		33	34			41	
B V		27	31	32		36	
MOYENNE		27	33			36	

Nous constatons ici que seule l'éclaircie systématique a enlevé le nombre d'arbres prévus par le protocole soit 1/3. L'éclaircie sélective a été plus légère que prévu car le hasard a fait que la densité initiale moyenne de ce traitement est la plus faible de l'essai. Pour ramener la densité à 800 (densité théorique après éclaircie) nous avons donc dû intervenir plus légèrement. Dans l'éclaircie mixte, par contre, l'intensité de prélèvement est plus élevée en raison du nombre important d'arbres malformés que nous avons jugé inutile de laisser sur place.

Nous souhaitons ici insister sur le fait que les forestiers, dont nous sommes, sont de grands sentimentaux. Il leur est difficile, bien que reconnaissant la nécessité de l'éclaircie, de marquer en abattage un arbre de belle forme. C'est vraisemblablement la raison pour laquelle une seule parcelle sélective a été éclaircie à 33% (mis à part la parcelle 16 de faible densité initiale).

5.1.2 Hauteurs dominantes et indice de Hart-Becking

TABLEAU VI: HAUTEUR DOMINANTE EN NOVEMBRE 1984 (cm)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	1005	996	987	953	1020	955	986
B II	1035	1033	1025	1003	1032	1040	1028
B III	1055	1075	1043	1043	1079	1062	1060
B IV	1080	1075	1091	1078	1075	1100	1083
B V	1116	1135	1061	1132	1155	1125	1121
MOYENNE	1058	1063	1041	1042	1072	1056	1055

TABLEAU VII: INDICE DE HART-BECKING AVANT ECLAIRCIE (novembre 84)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	31.5	35.5	31.8	33.6	33.3	33.6	33.2
B II	31.1	31.0	29.1	29.0	31.9	31.7	30.6
B III	29.9	29.7	30.9	32.5	28.5	29.9	30.2
B IV	30.5	27.8	29.6	28.7	27.8	27.7	28.7
B V	28.7	29.7	27.8	27.1	28.8	26.0	28.0
MOYENNE	30.3	30.7	29.8	30.2	30.1	29.8	30.2

L'indice de Hart-Becking (s) correspond au rapport, exprimé en %, de l'écartement moyen entre les arbres (écartement calculé comme si la plantation était réalisée en triangles équilatéraux) à la hauteur dominante.

NOTA: cet indice s est de 7,5% supérieur à celui calculé par LADURNER sur la base d'une plantation au carré. ($s=1,075 \times i_{Ladurner}$).

TABLEAU VIII: INDICE DE HART-BECKING APRES ECLAIRCIE (novembre 84)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	31.5	39.3	39.7	33.6	33.3	41.9	!
B II	31.1	36.5	34.5	29.0	31.9	38.2	!
B III	29.9	35.5	38.3	32.5	28.5	37.4	!
B IV	30.5	34.0	36.4	28.7	27.8	36.1	!
B V	28.7	34.8	33.5	32.9	28.8	32.5	!
MOYENNE	30.3	36.0	36.5	!	30.1	37.2	!

TABLEAU IX: HAUTEURS DOMINANTES EN NOVEMBRE 1985 (en cm)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	system!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	1171	1160	1203	1220	1176	1196	1188
! B II	1181	1249	1207	1210	1263	1225	1223
! B III	1254	1217	1229	1226	1266	1324	1253
! B IV	1300	1273	1294	1283	1290	1253	1282
! B V	1358	1354	1307	1356	1382	1368	1354
!MOYENNE!	1253	1251	1248	1259	1275	1273	1260

TABLEAU X : INDICE DE HART-BECKING EN NOVEMBRE 1985

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	system!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	27.0	33.8	32.6	26.3	28.8	33.4	!
! B II	27.3	30.2	29.3	24.0	26.1	32.4	!
! B III	25.1	31.4	32.5	27.7	24.3	30.0	!
! B IV	25.3	28.7	30.7	24.1	23.1	31.7	!
! B V	23.6	29.1	27.2	27.5	24.1	26.7	!
!MOYENNE!	25.7	30.6	30.5	!	25.3	30.8	!

L'indice de Hart-Becking pourrait aussi être qualifié d'indice de densité relative (en fonction de la taille des arbres). Nous constatons ici que dans les 3 traitements ayant été éclaircis, cet indice est pratiquement le même en 1985 (30,6%) qu'en 1984 (30,1%). Nous pourrions donc penser que nous sommes revenu, en un an, à la même densité relative, ou à la même situation, qu'avant éclaircie.

En se basant sur l'indice de Hart-Becking nous devrions dire que soit, il est nécessaire de passer à nouveau en éclaircie, soit que l'éclaircie effectuée était trop timorée.

TABLEAU XI: ACCROISSEMENT EN HAUTEUR DOMINANTE de nov 84 à nov 85

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	system!	25->18!	30->22!	mixte	!MOYENNE!
! B I	166	164	216	267	156	241	! 202 !
! B II	146	216	182	207	231	185	! 195 !
! B III	199	142	186	183	187	262	! 193 !
! B IV	220	198	203	205	215	153	! 199 !
! B V	242	219	246	224	227	243	! 233 !
!MOYENNE!	195	188	207	217	203	217	! 205 !

Un accroissement en hauteur dominante de 2m, alors que la moyenne antérieure était de 1,5m, montre la réponse immédiate du Pinus kesiya à l'apport d'engrais réalisé en 1984. En effet, jusqu'à ce jour, nous n'avons constaté, dans aucun essai, une telle augmentation spontanée de l'accroissement vers l'âge de 7 ans.

5.1.3 Surfaces terrières

TABLEAU XII: SURFACES TERRIERES (dm²/ha) AVANT ECLAIRCIE (nov 84)

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	1862	1745	1975	1744	1691	1976	1832
B II	1815	1837	1975	2133	1843	2083	1948
B III	1966	2007	2141	1905	2037	2265	2053
B IV	2096	2169	2000	2173	2263	2072	2129
B V	2146	2342	2498	2481	2266	2572	2384
MOYENNE	1977	2020	2118	2087	2020	2194	2069

TABLEAU XIII: SURFACES TERRIERES OTEES EN ECLAIRCIE (dm²/ha) 1984

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I		261	707			658	
B II		404	572			637	
B III		432	762			785	
B IV		613	562			803	
B V		559	765	625		769	
MOYENNE		454	674			730	

TABLEAU XIV: SURFACES TERRIERES APRES ECLAIRCIE (novembre 1984)

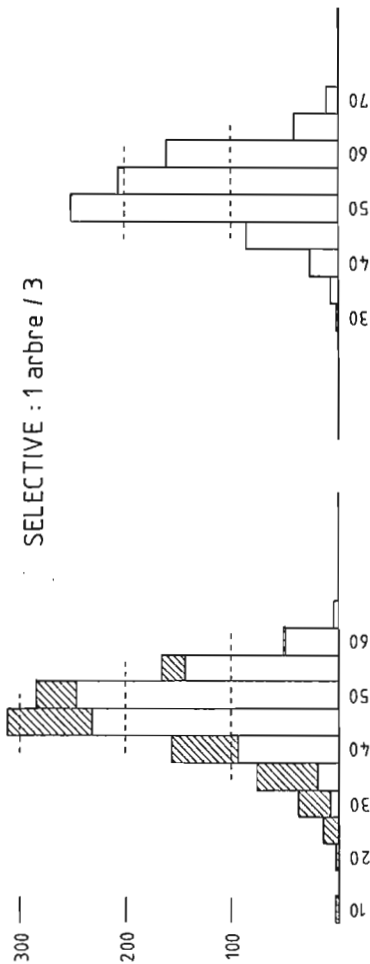
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	système	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	1862	1484	1268	1744	1691	1318	
B II	1815	1433	1403	2133	1843	1446	
B III	1966	1575	1379	1905	2037	1480	
B IV	2096	1556	1438	2173	2263	1269	
B V	2146	1783	1733	1856	2266	1803	
MOYENNE	1977	1566	1444		2020	1463	

décembre 1984

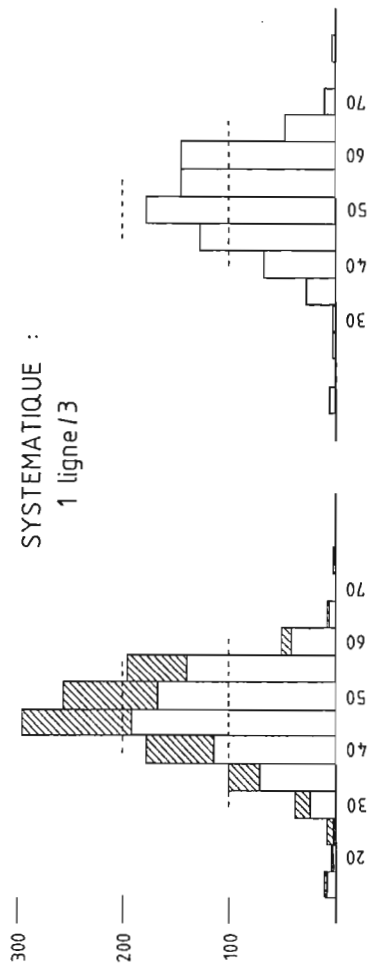
juin 1985

ECLAIRCIES :

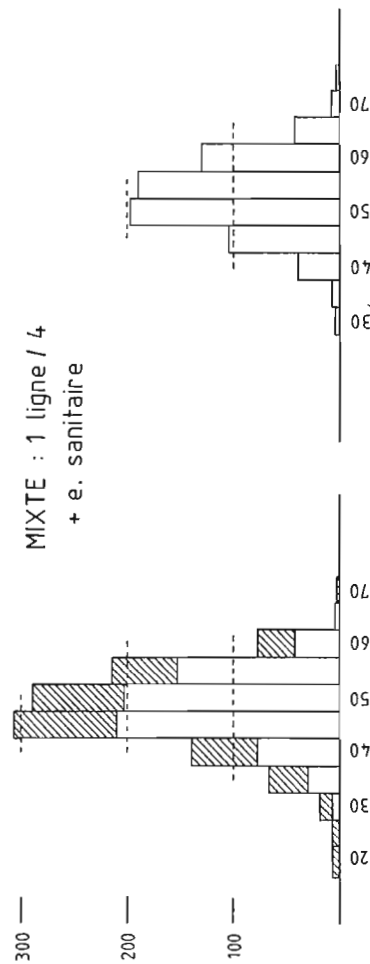
SELECTIVE : 1 arbre / 3



SYSTEMATIQUE :
1 ligne / 3



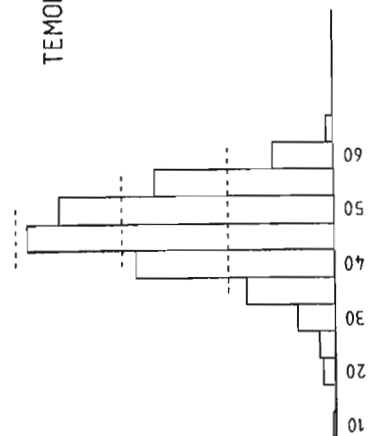
MIXTE : 1 ligne / 4
+ e. sanitaire



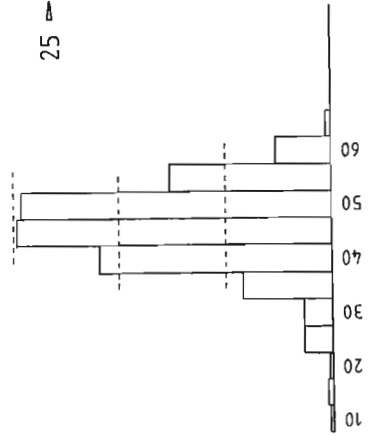
décembre 1984

juin 1985

TEMOIN



25 → 18 m²/ha



30 → 22 m²/ha

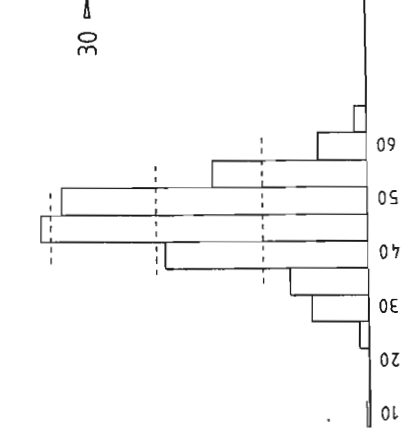


TABLEAU XV: SURFACES TERRIERES EN NOVEMBRE 1985

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	systém!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	2282	1791	1616	2178	2046	1572	!
! B II	2234	1752	1755	2539	2246	1715	!
! B III	2323	1937	1667	2353	2403	1749	!
! B IV	2420	1906	1747	2580	2741	1501	!
! B V	2585	2169	2086	2232	2743	2120	!
! MOYENNE!	2369	1911	1774	2376	2436	1731	!

TABLEAU XVI: ACCROISSEMENTS EN SURFACE TERRIERE (nov 84 à nov 85)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	systém!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	420	307	348	434	355	254	353
! B II	419	319	352	406	403	269	361
! B III	357	362	288	448	366	269	348
! B IV	324	350	309	407	478	232	350
! B V	439	386	353	376	477	317	391
! MOYENNE!	392	345	330	414	416	268	361

Contrairement à l'indice de Hart-Becking, la surface terrière totale n'est pas redevenue la même qu'avant l'intervention. Ceci nous laisse supposer qu'il n'existe pas une relation très étroite entre ces deux facteurs.

Nous remarquerons ici que l'accroissement en surface terrière dans le traitement 6 est sensiblement plus faible que dans les traitements 2 et 3. Rappelons donc que le traitement 6 a été mis en place alors que la saison des pluies était déjà installée (Nous avons en effet jugé nécessaire de rajouter ce traitement au vu des résultats de l'éclaircie systématique). Ce qui nous porte à croire que l'accroissement en surface terrière débute vers la mi-novembre et est immédiatement très rapide.

Nous observons également que l'éclaircie sélective a perdu 15,3% et l'éclaircie systématique 19% en accroissement par rapport aux traitements 1, 4 et 5 alors qu'on leur avait enlevé respectivement 22,5 et 31,8% de leur surface terrière. Ceci montre que, malgré la précocité de l'intervention, la réponse est immédiate.

Quant à la surface terrière totale cumulée produite, la perte due à l'éclaircie peut se chiffrer, après un an, à 6,2% pour l'éclaircie sélective et 12,5% pour l'éclaircie systématique. Ce qui est pratiquement négligeable. Cette perte relative aura tendance à se réduire dès la prochaine saison des pluies.

5.1.4 Diamètre de l'arbre moyen

Par "arbre moyen" nous entendons ici l'arbre de surface terrière moyenne.

TABLEAU XVII: DIAMETRE DE L'ARBRE MOYEN (mm) AVANT L'ECLAIRCIE de novembre 1984.

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	144	!	155	!	147	!	141	!	147	!	150	!	147
!	B II	144	!	145	!	140	!	141	!	149	!	158	!	146
!	B III	147	!	150	!	157	!	156	!	146	!	159	!	153
!	B IV	159	!	146	!	152	!	152	!	149	!	146	!	151
!	B V	156	!	172	!	155	!	161	!	167	!	156	!	161
!	MOYENNE	150	!	154	!	150	!	150	!	152	!	154	!	152

TABLEAU XVIII: DIAMETRE DE L'ARBRE MOYEN (mm) APRES L'ECLAIRCIE de novembre 1984

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	144	!	159	!	147	!	141	!	147	!	153	!	!
!	B II	144	!	150	!	139	!	141	!	149	!	159	!	!
!	B III	147	!	159	!	156	!	156	!	146	!	161	!	!
!	B IV	159	!	152	!	158	!	152	!	149	!	149	!	!
!	B V	156	!	175	!	156	!	169	!	167	!	163	!	!
!	MOYENNE	150	!	159	!	151	!	152	!	152	!	157	!	!

Nous constatons que dans l'éclaircie sélective le diamètre moyen augmente de 5 mm suite à l'intervention alors que l'éclaircie systématique n'entraîne aucune modification. Par contre l'éclaircie mixte apporte une légère augmentation du diamètre moyen suite à la coupe sanitaire intervenant après exploitation systématique d'une ligne sur 4.

TABLEAU XIX: DIAMETRE DE L'ARBRE MOYEN EN NOVEMBRE 1985 (mm)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	system!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	159	174	166	157	161	167	!
! B II	160	166	156	154	164	173	!
! B III	166	177	172	173	158	175	!
! B IV	170	168	175	165	164	162	!
! B V	171	193	171	185	183	177	!
! MOYENNE!	164	176	168	167	166	171	!

Nous constatons que la réponse à l'éclaircie est immédiate.

Les éclaircies aussi bien sélectives que systématiques ont conduit à un accroissement en diamètre moyen de 17 mm alors que les parcelles non éclaircies en ont montré un de 14 à 15 mm.

Rapporté à la surface terrière de l'arbre moyen, ceci nous donne un accroissement individuel de 41,8 cm² pour les traitements 2 et 3 contre seulement 35,2 cm² dans les traitements 1, 4 et 5. Le gain individuel moyen dû à l'intervention est donc de 18,6% en 1 an.

Comme on rencontre la même réponse dans les 2 types d'éclaircies, on peut avancer qu'il s'agit bien d'un effet global de l'éclaircie et non d'un effet dû à la sélection des plus grosses tiges comme dans le cas d'une éclaircie sélective. (les plus grosses tiges étant supposées croître plus rapidement que les autres).

Ceci nous laisse supposer que le Pinus kesiya, dans les conditions de l'essai, subit déjà la concurrence de ses voisins pour une surface terrière voisine de 20,5 m²/ha.

5.1.5 Stabilité du peuplement

Celle-ci peut être estimée individuellement par le rapport "hauteur/diamètre". On considère généralement qu'un résineux bien conformé a un rapport H/d voisin de 80. Celui dont le rapport H/d est supérieur à 100 est prédisposé au chablis.

Nous nous proposons d'estimer ici les risques de chablis du peuplement forestier par un "indice de stabilité" que nous définissons par le rapport de la hauteur dominante au diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

Si cet indice reste voisin de 80, nous estimons que nous sommes en présence d'un peuplement "stable"; si l'indice s'approche de 100, le peuplement devient un "peuplement à risques" et il est indispensable de passer en éclaircie dans les plus brefs délais.

TABLEAU XX: INDICE DE STABILITE AVANT ECLAIRCIE (novembre 1984)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin	sélect	systém	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
! B I	70	64	67	68	69	64	!
! B II	72	71	73	71	69	66	!
! B III	72	72	66	67	74	67	!
! B IV	68	74	72	71	72	75	!
! B V	72	66	68	70	69	72	!
! MOYENNE	71	69	69	69	71	69	!

Nous nous trouvons donc devant un peuplement constitué d'arbres trapus, donc stables. Il semble dès lors qu'ouvrir des trouées, par l'éclaircie dans de telles parcelles, n'augmentera pas le risque de chablis.

TABLEAU XXI : INDICE DE STABILITE APRES ECLAIRCIE (novembre 1984)

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin	sélect	systém	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
! B I	70	63	67	68	69	62	!
! B II	72	69	74	71	69	65	!
! B III	72	68	67	67	74	66	!
! B IV	68	71	69	71	72	74	!
! B V	72	65	68	67	69	69	!
! MOYENNE	71	67	69	69	71	67	!

L'éclaircie influe peu, dans l'immédiat, sur l'indice de stabilité.

TABLEAU XXII : INDICE DE STABILITE EN NOVEMBRE 1985.

!	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	!
!	témoin!	sélect!	system!	25->18!	30->22!	mixte	MOYENNE!
! B I	73	66	72	77	73	71	!
! B II	73	75	77	78	77	70	!
! B III	78	68	71	71	80	75	!
! B IV	76	75	73	77	78	77	!
! B V	79	70	76	73	75	77	!
! MOYENNE!	76	71	74	75	77	74	!

Le peuplement éclairci de manière sélective présente l'indice de stabilité le plus faible. Cette intervention aurait donc tendance à réduire plus que les autres les risques de chablis.

Par contre, dans les parcelles non éclaircies, l'indice de stabilité approche déjà de l'optimum de 80 qui sera très prochainement dépassé.

Dans ce pays où les risques de chablis sont élevés en raison des cyclones fréquents (on se souvient encore des dégâts survenus aux plantations de Pinus patula de Sambaina) cet indice nous semble très important à respecter. Bien sûr, nous ne connaissons pas, faute de recul, la valeur "critique" de cet indice. Nous l'avons donc fixée à priori.

5.1.6 Volumes

Afin de ne pas trop surcharger ce compte-rendu, nous ne présenterons que les cubages en volume bois-fort sous écorce bien que les volumes totaux sur écorce aient aussi été estimés. Le volume sous écorce est en effet le plus utile pour le praticien.

TABLEAU XXIII: VOLUMES SOUS ECORCE AVANT ECLAIRCIE (novembre 1984)
(en m3/ha)

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	51,0	!	47,7	!	51,8	!	44,2	!	47,2	!	54,0	!	49,3
!	B II	47,4	!	49,2	!	53,4	!	59,3	!	50,4	!	60,4	!	53,4
!	B III	56,0	!	58,4	!	60,1	!	53,1	!	56,7	!	66,1	!	58,4
!	B IV	59,1	!	62,7	!	62,3	!	61,5	!	68,1	!	59,0	!	62,1
!	B V	65,2	!	70,5	!	73,7	!	76,1	!	67,5	!	78,1	!	71,9
!	MOYENNE	55,7	!	57,7	!	60,3	!	58,8	!	58,0	!	63,5	!	59,0

TABLEAU XXIV : VOLUMES SOUS ECORCE OTES EN ECLAIRCIE (nov 1984)

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I		!	6,8	!	18,5	!		!		!	17,9	!	
!	B II		!	9,9	!	15,6	!		!		!	18,8	!	
!	B III		!	11,3	!	20,5	!		!		!	23,0	!	
!	B IV		!	16,3	!	17,4	!		!		!	23,1	!	
!	B V		!	16,3	!	21,7	!	18,8	!		!	24,1	!	
!	MOYENNE		!	12,1	!	18,7	!		!		!	21,4	!	

Les volumes sous écorce récoltés sont faibles. Etant donné la taille relativement petite des arbres, écorce et cime représentent environ 30% du volume total sur écorce produit.

TABLEAU XXV : VOLUMES SOUS ECORCE APRES ECLAIRCIE (novembre 1984)

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	51,0	!	40,9	!	33,3	!	44,2	!	47,2	!	36,1	!	
!	B II	47,4	!	39,3	!	37,8	!	59,3	!	50,4	!	41,6	!	
!	B III	56,0	!	47,1	!	39,6	!	53,1	!	56,7	!	43,1	!	
!	B IV	59,1	!	46,4	!	44,9	!	61,5	!	68,1	!	35,9	!	
!	B V	65,2	!	54,2	!	52,0	!	57,3	!	67,5	!	54,0	!	
!	MOYENNE	55,7	!	45,6	!	41,5	!	55,1	!	58,0	!	42,1	!	

TABLEAU XXVI : VOLUMES SOUS ECORCE EN NOVEMBRE 1985

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	70,2	!	55,3	!	51,7	!	70,3	!	63,4	!	50,0	!	!
!	B II	69,6	!	58,7	!	55,8	!	80,8	!	76,1	!	56,4	!	!
!	B III	77,7	!	63,5	!	55,0	!	77,6	!	81,2	!	63,4	!	!
!	B IV	85,5	!	65,5	!	61,6	!	89,3	!	95,4	!	50,2	!	!
!	B V	95,3	!	81,9	!	74,2	!	84,0	!	101,2	!	80,1	!	!
!	MOYENNE	79,7	!	65,0	!	59,7	!	80,4	!	83,5	!	60,0	!	!

TABLEAU XXVII : ACCROISSEMENTS EN VOLUME SOUS ECORCE (m3/ha)

!	!	T 1	!	T 2	!	T 3	!	T 4	!	T 5	!	T 6	!	!
!	!	témoin	!	sélect	!	systém	!	25->18	!	30->22	!	mixte	!	MOYENNE
!	B I	19,2	!	14,4	!	18,4	!	26,1	!	16,2	!	13,9	!	!
!	B II	22,2	!	19,4	!	18,0	!	21,5	!	25,7	!	14,9	!	!
!	B III	21,7	!	16,4	!	15,4	!	24,5	!	24,5	!	20,3	!	!
!	B IV	26,4	!	19,1	!	16,7	!	27,8	!	27,3	!	14,3	!	!
!	B V	30,1	!	27,7	!	22,2	!	26,7	!	33,7	!	26,1	!	!
!	MOYENNE	23,9	!	19,4	!	18,1	!	25,3	!	25,5	!	17,9	!	!

Les volumes totaux sur écorce ont été estimés de la manière suivante:

- 1°) l'abattage de novembre 1984 a été cubé par billons de 1m.
- 2°) le volume restant sur pied après éclaircie a été estimé par le tarif LOUPPE-LEFEVRE de 1981 (note FOFIFA/DRFP n° 481).
- 3°) les volumes en novembre 1985 ont été estimés grâce au tarif peuplement mis au point en 1983, qui donne le volume en fonction de la hauteur dominante et du diamètre individuel (note FOFIFA/DRFP n° 526).

Les volumes bois-fort sous écorce ont ensuite été calculés par "règle de trois" entre le tarif LOUPPE-LEFEVRE donnant le volume total sur écorce et le tarif LOUPPE-RANDRIANJAFY (note FOFIFA/DRFP n° 518) donnant le volume bois-fort sous écorce. Ces deux tarifs étant appliqués à un arbre fictif ayant le volume et la surface terrière de l'arbre moyen de la parcelle.

Bien qu'une certaine imprécision soit liée au fait que différents modes d'estimation des volumes aient été utilisés, on remarquera que l'accroissement de l'année suivant l'intervention, dans les parcelles éclaircies systématiquement est pratiquement égal à ce qui a été enlevé.

Dans le cas de l'éclaircie sélective, l'accroissement est supérieur au volume ôté par l'éclaircie.

TABLEAU XXVIII : PRODUCTION SOUS-ECORCE CUMULEE (à près de 8 ans)

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	
	témoin	sélect	systém	25->18	30->22	mixte	MOYENNE
B I	70,2	62,1	70,2	70,3	63,4	67,9	
B II	69,6	68,6	71,4	80,8	76,1	75,3	
B III	77,7	74,8	75,5	77,6	81,2	86,4	
B IV	85,5	81,8	79,0	89,3	95,4	73,3	
B V	95,3	98,2	95,9	102,8	101,2	104,2	
MOYENNE	79,7	77,1	78,4	84,2	83,5	81,4	

Les différences de productions totales cumulées ne sont pas significatives. Elles existent pourtant car, en moyenne, on a perdu 6,6 m³/ha dans l'ensemble des parcelles éclaircies par rapport aux autres. Ce qui représente une perte de production de 25% environ sur l'accroissement de l'année mais à peine 8% sur le volume total produit depuis la plantation et vraisemblablement moins de 2% sur la récolte totale en fin de révolution.

L'imprécision liée aux cubages ne nous autorise pas à effectuer des comparaisons sur l'accroissement en volume de l'arbre moyen. Ceci ne pourra être fait que plus tard, lorsque les différences observables seront beaucoup plus grandes que les imprécisions liées au cubage.

5.1.7 Relation volume - densité de plantation

Travaillant dans les plantations industrielles, il nous a semblé intéressant de savoir quelle influence sur la production totale pouvait avoir la différence de densité due à la mortalité à la plantation. Pour ce faire, nous avons calculé le volume moyen des parcelles les moins denses et des parcelles les plus denses des 5 blocs.

Pour une densité moyenne de 1010/ha nous avons, en novembre 1984, un volume bois fort sous écorce de 57,2 m³/ha. Avec 1260 pieds/ha le volume est de 60,7 m³/ha. L'augmentation de 25% de la densité n'entraîne donc qu'une augmentation de 6% du volume. Ceci confirme l'inutilité d'effectuer, en plantation industrielle, des remplacements si la mortalité ne dépasse pas une vingtaine de % et autorise à penser qu'un dépressage, dans une plantation réussie, n'hypothèque en rien l'avenir de celle-ci.

5.2 Type et poids de l'éclaircie

Le **type de l'éclaircie** se définit par le rapport entre le volume de l'arbre moyen ôté en éclaircie et le volume de l'arbre moyen avant l'intervention.

Si cet indice est inférieur à 1, l'éclaircie est effectuée par le bas et d'autant plus par le bas que sa valeur s'éloigne de l'unité. S'il est supérieur à 1, l'éclaircie est faite par le haut. On peut néanmoins considérer que, si l'indice est compris entre 0,95 et 1,05 l'éclaircie intervient également dans tous les étages.

TABLEAU XXIX : TYPE D'ECLAIRCIE (novembre 1984) exprimé en %

!	! T 1 !	! T 2 !	! T 3 !	! T 4 !	! T 5 !	! T 6 !	!
!	! témoin !	! sélect !	! systém !	! 25->18 !	! 30->22 !	! mixte !	! MOYENNE !
! B I !	!	! 73,3 !	! 96,9 !	!	!	! 97,2 !	!
! B II !	!	! 81,3 !	! 104,9 !	!	!	! 103,6 !	!
! B III !	!	! 68,0 !	! 105,1 !	!	!	! 102,5 !	!
! B IV !	!	! 78,9 !	! 84,1 !	!	!	! 95,7 !	!
! B V !	!	! 89,9 !	! 101,3 !	! 79,8 !	!	! 85,9 !	!
! MOYENNE !	!	! 78,3 !	! 98,5 !	!	!	! 97,0 !	!

Seule l'éclaircie sélective peut être considérée par le bas, mais faiblement par le bas (0,78), ce qui s'explique par le nombre important de gros arbres présentant des défauts majeurs.

Le **poids de l'éclaircie** peut se définir par le rapport entre le volume total enlevé en éclaircie et le volume total sur pied avant l'intervention.

TABLEAU XXX : POIDS DES ECLAIRCIES DE NOVEMBRE 1984 (%)

!	! T 1 !	! T 2 !	! T 3 !	! T 4 !	! T 5 !	! T 6 !	!
!	! témoin !	! sélect !	! systém !	! 25->18 !	! 30->22 !	! mixte !	! MOYENNE !
! B I !	!	! 13,6 !	! 34,7 !	!	!	! 34,5 !	!
! B II !	!	! 22,3 !	! 30,1 !	!	!	! 32,1 !	!
! B III !	!	! 20,4 !	! 36,9 !	!	!	! 36,9 !	!
! B IV !	!	! 26,5 !	! 28,5 !	!	!	! 38,9 !	!
! B V !	!	! 24,2 !	! 31,2 !	! 25,5 !	!	! 30,5 !	!
! MOYENNE !	!	! 21,4 !	! 32,3 !	!	!	! 34,6 !	!

L'éclaircie sélective faiblement par le bas, d'intensité 29,5% (si l'on exclut la parcelle 16), a eu un poids de 23,4% alors que les éclaircies systématiques et mixtes ont enlevé 1/3 du

volume.

Nous avons vu précédemment que cette différence de poids d'éclaircie n'a influé en rien sur la croissance après éclaircie. On pourrait en conclure que, dans le cas d'une éclaircie sélective (et dans les conditions de l'essai) on peut, sans risque pour la production ultérieure, enlever 33% du volume sur pied.

Enlever 10% en plus en volume devrait représenter entre 12 et 15% en nombre de tiges. Dès lors il semblerait qu'effectuer une éclaircie sélective enlevant, dès que la surface terrière atteint 21 m²/ha, de 40 à 43% des tiges (éclaircie forte) et 33% du volume ne compromettrait en rien l'avenir du peuplement. Au contraire, comme l'accroissement ultérieur se répartirait sur un plus petit nombre de tiges on augmenterait plus rapidement la valeur individuelle de celles-ci de même que la valeur globale du peuplement. Malheureusement, nous ne pouvons pour l'instant chiffrer ce gain car il n'existe pas encore de barème de valeur du bois sur pied à Madagascar.

5.3 Eclaircie d'août 1985

Celle-ci concerne 3 parcelles du traitement 4 (parcelles 5, 8 et 14) dans lesquelles la surface terrière a été ramenée de 25 à 18 m²/ha.

TABLEAU XXXI : RESULTATS DE L'ECLAIRCIE D'AOÛT 1985
ET COMPARAISON AVEC LES TRAITEMENTS 2 ET 3 ECLAIRCIS EN 1984

FACTEURS ETUDIES	! bloc 2 ! ! P.14 !	! bloc 3 ! ! P.5 !	! bloc 4 ! ! P.8 !	! T.4 ! ! moyen. !	! T.2 !	! T.3 !
!Densité avant éclair.	!1360	!1000	!1200	!1187	!	!
!Nombre enlevé	! 500	! 300	! 430	! 410	!	!
!Densité après	! 860	! 700	! 770	! 777	! 820	! 790
!Intensité d'éclaircie	! 36,8!	! 30,0!	! 35,8!	! 34,2!	* 30,3!	* 32,7!
!Hauteur dominante	!1210	!1226	!1283	!1240	!1246	!1243
!Hart-Becking avant	! 24,0!	! 27,7!	! 24,1!	! 25,3!	!	!
! " " après	! 30,4!	! 33,2!	! 30,3!	! 31,3!	! 30,1!	! 30,8!
!G (dm ² /ha) avant	!2539	!2353	!2580	!2491	!	!
!G oté en éclaircie	! 731	! 534	! 762	! 676	!	!
!G (dm ² /ha) après	!1808	!1819	!1818	!1815	!1865	!1723
!d (mm) moyen avant	! 154	! 173	! 165	! 164	!	!
!d moyen (mm) après	! 164	! 182	! 173	! 173	! 170	! 168
!Indice stabilité avant!	! 78	! 70	! 77	! 75	!	!
!Indice stabilité après!	! 74	! 67	! 74	! 72	! 73	! 74
!Volume avant(m ³ /ha)	! 80,8!	! 77,6!	! 89,3!	! 82,6!	!	!
!Volume enlevé	! 22,3!	! 15,9!	! 24,7!	! 21,0!	!	!
!Volume restant	! 58,5!	! 61,7!	! 64,6!	! 61,6!	! 62,6!	! 57,5!
!Poids éclaircie	! 27,6!	! 20,5!	! 27,7!	! 25,3!	* 23,1!	* 31,8!
!Type d'éclaircie	! 75,1!	! 68,3!	! 77,2!	! 73,5!	* 76,1!	* 98,0!
! Volumes enlevés par l'éclaircie de 1984					! 12,5!	! 17,8!

* intensité, type et poids des éclaircies de 1984.

Les moyennes des traitements 2 et 3 présentées ici ne concernent que les blocs 2, 3 et 4.

Ce tableau nous montre que des éclaircies sélectives de même type, intensité et poids, effectuées sur Pinus kesiya à un an d'intervalle, la première pour une surface terrière initiale de 20,0 m²/ha et la seconde pour G=24,9 m²/ha, donnent un résultat identique en ce qui concerne le peuplement restant sur pied.

Par contre, en intervenant un an tard, la récolte de bois sous écorce passe de 12,5 m³/ha à 21 m³/ha.

Ce dernier point est le plus important à considérer du point de vue économique. Il faut bien sûr le mettre en parallèle avec le coût de l'exploitation et le prix du bois.

Le coût de l'exploitation augmente plus que

proportionnellement avec le volume du bois récolté. En effet, en raison de la branchaison abondante du Pinus kesiya, plus les arbres sont gros plus ils sont difficilement abattus. Inversement, plus les arbres sont petits, plus le travail est aisé et rapide.

Aussi, pour pouvoir se permettre, économiquement, de retarder la première éclaircie (sans toutefois dépasser une surface terrière de 25 m²/ha) il est nécessaire que le prix du bois récolté soit tel qu'il couvre au moins les frais supplémentaires d'exploitation.

Inversement, si le prix du bois est insignifiant (ce qui semble être le cas actuellement à Madagascar malgré la pénurie généralisée qui se précise de plus en plus), il faut intervenir très tôt pour réduire au maximum les frais d'éclaircie quitte à laisser le bois sur place pour éliminer les dépenses supplémentaires occasionnées par l'ébranchage, le tronçonnage, le débardage, l'empilage et le transport.

Poussant ce raisonnement à l'extrême, nous pourrions suggérer d'intervenir dès l'élagage de pénétration qui se fait lorsque le peuplement a 6 ou 7 m de haut. Voir même plus tôt comme cela a été fait dans le CCT plots! Faire enlever, par les ouvriers effectuant l'élagage, les arbres fourchus et tortus, jusqu'à concurrence de 25-30% des pieds, ne représente pratiquement aucun surcroît de travail ni aucune augmentation de charges financières. De plus, nous avons vu plus haut qu'à 7 ans un peuplement de 1000 pieds à l'hectare ne perdait que 6% en volume par rapport à une pinède de 1250 tiges/ha. En outre, ce dépressage permettra de retarder la première vraie éclaircie; laquelle fournira alors des tiges de bonne forme (les arbres malformés ayant été enlevés depuis longtemps) et de volume unitaire plus conséquent. Leur prix sera vraisemblablement plus élevé et devrait permettre, si non d'obtenir un bénéfice, de faire au moins de cette éclaircie une opération blanche.

Nous nous devons de rappeler ici que l'éclaircie, surtout la première, est un investissement au même titre que la plantation et que, presque partout au monde, cette intervention se solde par un bilan financier négatif. Cependant lors d'un séminaire FAO/ECE/BIT tenu à Nancy en août 1979 et consacré à la mécanisation et aux techniques d'éclaircies, les spécialistes européens se sont accordés à reconnaître que le simple retard de la première éclaircie peut diminuer le bénéfice net actualisé en fin de révolution de 20 à 30%. Ils en concluent que du point de vue financier, la première éclaircie ne peut, ni être retardée, ni supprimée quel qu'en soit le bilan immédiat. Ils citent comme exemple le cas de peuplements de 45 ans pour lesquels le bénéfice net actualisé triple grâce à une seule éclaircie faite vers vingt ans.

Quant à nous, rappelons que dans le CCT plots, un simple

dépressage à 3 ans ($H_0=5m$) a augmenté le volume de l'arbre moyen à 13 ans de près de 60% . Sur Pinus patula à la Matsiatra 2 éclaircies fortes ramenant la densité à 750 puis 400 tiges à l'hectare (à 7 et à 13 ans) ont fait passer le volume moyen à 20 ans de 333 dm^3 à 853 dm^3 (soit + 156%) alors que 4 éclaircies modérées (1000, 800, 600 et 400 tiges/ha à 7, 10, 13 et 17 ans) n'ont donné qu'un volume moyen de 672 dm^3 (soit + 100%) à 20 ans. En appliquant à ce dernier essai un barème européen du prix du bois sur pied, on remarque que la valeur des 400 tiges récoltables à 20 ans après 2 éclaircies fortes est de 16% supérieure à la valeur de l'ensemble de 1580 tiges de la parcelle non éclaircie. Ceci sans prendre en compte la vente des produits de la seconde éclaircie qui représentaient 86 m^3/ha de volume bois-fort sur écorce rien que pour les tiges de 20 cm et plus de diamètre au gros bout.

5.4 Conséquences technologiques

La note FOFIFA/DRFP n° 541 de mai 1985, aux pages 64 à 81, fait le point des connaissances acquises en technologie des bois de pins provenant de la FANALAMANGA. Une partie des recherches, que nous résumerons ici, a été axée sur l'influence de l'éclaircie sur les qualités du bois de Pinus kesiya.

La densité du bois, cerne par cerne, augmente avec l'âge. L'infradensité, souvent inférieure à 300 les premières années, dépasse 400 vers l'âge de 7 ans et tend à se stabiliser entre 425 et 475 dès 8 - 9 ans aussi bien pour des parcelles éclaircies que non. (Di de 458 pour une densité de 2000/ha avec des cernes de 1,5 mm entre 11 et 14 ans et de 434 pour un peuplement éclairci tous les 2 ans et présentant des cernes de 5,4 mm au même âge).

Le coefficient de rétractibilité volumétrique passe de 0,43 pour des cernes de 3,5 mm de large à 0,48 pour des cernes de 7,2 mm. La vitesse de croissance du Pinus kesiya semble donc avoir assez peu d'influence sur ce facteur et le bois reste moyennement nerveux quel que soit le traitement sylvicole.

On constate également, pour un bois de Pinus kesiya à 12% d'humidité, une diminution, suite à l'éclaircie, de 15% environ de la résistance de compression de fil, de 11 % en ce qui concerne la résistance à la flexion statique et du module d'élasticité. Le coefficient de résilience perdrait 20%. Eclairci ou non le Pinus kesiya présente toujours, malgré les différences observées, des caractéristiques technologiques moyennes pour un résineux.

Si, en excluant le bois juvénile formé pendant les 5 premières années, nous comparons le Pinus kesiya à une espèce européenne nous pouvons constater ce qui suit:

La densité du bois de Pinus kesiya à 12% d'humidité, est de 0,557 pour un arbre de parcelle non éclaircie (largeur moyenne des cernes étudiés: 3,5mm) et de 0,527 pour un arbre ayant crû hors concurrence (largeur des cernes 7,2 mm). Pour le Picea abies du nord (bois de haute qualité) à cernes fins (1 à 2,5 mm) et même l'épicéa plus méridional à cernes allant jusque 3,3 mm la densité est d'environ 0,47. Le Pinus kesiya, même éclairci, présente donc une densité des plus acceptables.

Le problème technologique concernant le Pinus kesiya n'est donc pas la qualité intrinsèque de son bois, mais bien les défauts dus à la présence généralisée de branches de grosses dimensions.

En effet, cette espèce, fortement branchue, montre un élagage naturel assez lent. En réalité celui-ci est pratiquement aussi rapide qu'en pessière européenne; mais, en raison de la différence de vitesse de croissance, en Europe, les noeuds, petits, seront concentrés dans un coeur de +/- 20 cm de diamètre alors qu'ici ce coeur, contenant des gros noeuds, aura un diamètre de 30 à 35 cm. Il apparaît donc impossible de produire du bois de premier ou de second choix sans passer par l'élagage artificiel. Celui-ci pouvant se limiter aux 300 meilleures tiges à l'hectare. Des essais sont en cours pour préciser les effets de cet élagage sur la croissance des pins.

6 CONCLUSIONS et RECOMMANDATIONS

Rappelons que l'objectif des recherches sylvicoles menées ici est d'aider la FANALAMANGA à produire, le plus rapidement possible, du bois d'oeuvre de qualité, utilisable en sciage (ou en déroulage) afin de rentabiliser au mieux les investissements consentis pour la création du massif forestier du Haut-Mangoro.

Bien que jeune d'un an seulement, cet essai a été étudié dans le détail. Il nous donne déjà beaucoup d'informations intéressantes. Cependant, les conclusions que nous tirerons ici ne peuvent être considérées comme définitives mais bien comme des indications précises pouvant servir de bases sûres à une partie du grand programme d'éclaircies de la FANALAMANGA et permettant d'attendre, sans trop de risques financiers, que l'on ait un recul suffisant pour répondre exactement aux questions du sylviculteur et du financier.

"Comment réaliser l'éclaircie?

De manière sélective! En effet, bien que les plantations de Pinus kesiya dans lesquelles nous avons travaillé paraissaient extrêmement belles de prime abord, il s'est avéré que de nombreux arbres présentaient des défauts. Disons 1 arbre sur 3.

L'éclaircie systématique ne laisse que 800 pieds à l'hectare dont 500 seulement pourront être considérés comme d'avenir. La seconde éclaircie, dans ce cas, fournira en majorité des fûts de peu de valeur commerciale. Cette remarque condamne sans appel l'éclaircie systématique.

Quant à l'éclaircie mixte, nous voyions son utilité dans l'ouverture de layons de débardage. Mais après expérience il apparaît tout à fait inutile de les faire aussi rapprochés (tous les 10 mètres). Nous conseillerons néanmoins d'ouvrir de tels layons tous les 30 mètres environ (en abattant une ligne toutes les 10 ou 12) pour réduire les coûts de débardages. Ce cloisonnement permettra en outre de matérialiser sur le terrain certaines unités de gestion et de faciliter la réalisation et le contrôle du travail tant des équipes d'élagage que des bûcherons, etc...

Quels sont les arbres à éliminer en priorité?

Certains défauts sont à éliminer d'office. En effet, dans les parcelles âgées de 15 ans (série B) et fertilisées au départ, ils ont entraîné de nombreux bris de cimes. Ce qui a également été observé à Périnet-Andasibe. Ce sont:

les fourches: elles ont tendance à s'ouvrir et à casser. Certaines fourches basses se brisent déjà vers 7-8 ans, les

fourches plus hautes plus tardivement. Actuellement, vu notre expérience, il nous est impossible d'indiquer à partir de quelle hauteur minimale on peut conserver une fourche sans risque. Nous conseillerons donc d'éliminer, sans pitié, les arbres fourchus.

les verticilles à grand nombre de branches: ce défaut consiste en verticilles comprenant 10 à 20 branches, lesquelles ne sont pas obligatoirement grosses. Ce verticille anormal apparaît généralement chez des arbres ayant une tendance à la queue de renard. Au moment où l'arbre, après une croissance ne concernant que la tige principale, développe à nouveau des branches tout se passe comme si plusieurs verticilles apparaissaient en même temps. La conséquence en est un nombre anormal de branches à la même hauteur, et la création d'un niveau de faiblesse. La tige casse à cet endroit à la première bourrasque. Le nombre d'arbres concernés par ce défaut n'est pas négligeable bien qu'on en rencontre moins que de pins fourchus. Le phénomène d'apparition de tels verticilles semble génétique car il se répète généralement à intervalles réguliers sur la même tige. En conséquence, ce défaut est facilement reconnaissable et peut être très souvent éliminé dès le plus jeune âge.

Chose curieuse, ces deux défauts (bien que nous n'ayons pas encore effectué d'étude statistique) semblent plus nombreux lorsque la fertilité de la station augmente; ainsi dans le bloc I ($H_0=9,9m$), les arbres fourchus ou à verticilles anormaux semblent rares alors que dans le bloc V ($H_0=11,2m$) ceux-ci étaient tellement nombreux que le marquage de l'éclaircie en a été compliqué.

D'autres tares, demandant moins de commentaires, sont également à éliminer. Mais, en seconde priorité, car ne mettant pas cause la survie de l'arbre. Ce sont:

les arbres tortus qui ne donneront jamais de sciages de qualité en raison des fibres torses.

les arbres gros branchus. Le Pinus kesiya, bien que les provenances dites "Malgaches" soient reconnues de belle forme, présente d'assez grosses branches. Fréquemment le diamètre de celles-ci, pour un bel arbre ayant crû en peuplement, atteint 3 à 4 cm. Il s'agit d'une caractéristique de l'espèce et on ne peut donc dire ce soit un défaut. (Bien que nous ayons observé -sans mesure à l'appui- que les régénérations naturelles semblaient présenter des branches beaucoup plus fines).

Le caractère "grosses branches" ne peut donc être pris en compte, lors du marquage de l'éclaircie, que pour des diamètres supérieurs à 4 cm. Quoiqu'il en soit, cette spécificité du Pinus kesiya interdit d'espérer, par l'élagage naturel, des grumes de première qualité. Dès lors, il

apparaît évident que, si l'on désire obtenir des sciages de premier choix, on ne peut se passer de l'élagage artificiel. D'autant plus que l'éclaircie dans le jeune âge mettra en lumière les branches basses et favorisera leur développement.

Remarquons ici que le souci actuel, dû à la conjoncture internationale, est, dans le domaine forestier, de produire vite et non de produire bien. Cette désaffection presque généralisée du produit de qualité nous semble être, pour Madagascar, une opportunité à saisir en raison des conséquences financières qu'elle pourrait entraîner si l'opération est bien menée.

les arbres de petite dimension. Ces arbres sont soit génétiquement peu aptes à une production importante soit, en raison d'un mauvais "départ" restés dominés trop longtemps. L'expérience acquise sur Pinus patula à la Matsiatra nous montre que, même en leur accordant un espace vital suffisant, ces arbres ne reprennent pas assez de vigueur et restent à la traîne. Il est donc inutile de les conserver sauf pour éviter une trop grande trouée dans le peuplement.

Quel est le moment idéal de la première éclaircie?

Nous pouvons dès à présent répondre qu'elle peut se faire à tout moment (du dépressage pour des arbres de 3 ans à l'éclaircie telle qu'on l'entend généralement) tant qu'on n'intervient pas pour une surface terrière supérieure à 25 m²/ha. Plus tard aussi peut-être! Mais nous ne pouvons l'affirmer car l'essai est encore trop jeune. Le choix réel de la date d'intervention dépend essentiellement de la valeur économique des bois de faibles dimensions.

Nous avons vu ainsi qu'un dépressage précoce ne nuit en rien à la production globale du peuplement: ramener la densité de 1250 à 1000 pieds/ha ne fait perdre, à 7 ans, que 4m³/ha ou 6%. Dans le CCTplots nous avons déjà remarqué que faire passer la densité de 2000 à 1200/ha à 3 ans ne fait rien perdre en volume bois-fort sous écorce à 13 ans.

Passer en éclaircie sélective à 20 m²/ha ou à 25 m²/ha en enlevant 1/3 des tiges et environ 25% en volume donne, pour le peuplement restant sur pied, les mêmes résultats (non différenciables statistiquement). Une seule différence: la quantité de bois récoltée.

A Madagascar, le bois sur pied, qu'il soit de forêt naturelle ou issu de plantations, est encore aujourd'hui considéré comme pratiquement gratuit car don de la nature.

Vu le peu d'intérêt économique accordé au bois en forêt, la première éclaircie devrait être effectuée le plus tôt possible. En effet, retarder la première éclaircie entraîne une augmentation

des coûts d'exploitation qui ne sera pas compensée par un accroissement de la valeur des produits récoltés. Cette assertion peut être rendue caduque si l'exploitant transforme lui-même le bois en un produit ayant une forte valeur ajoutée.

C'est pourquoi, dans la conjoncture actuelle, nous suggérons que, au lieu d'une éclaircie, la FANALAMANGA effectuée, en même temps que l'élagage de pénétration, l'élimination des arbres malformés dont il a été question plus haut (fourchus, tortus et verticilles anormaux).

Cette opération, peu onéreuse, que l'on appelle aussi dépressage, permettra, pratiquement sans perte de production totale, d'obtenir lors de la première vraie éclaircie (pour $G=25m^2/ha$) des produits de dimension plus importante et surtout de meilleure forme, donc de valeur unitaire plus élevée. (La conjoncture devrait être beaucoup plus favorable dans quelques années en raison de l'infrastructure industrielle qui devrait exister: fabrication de charbon semi-industriel et scieries mobiles).

Rappelons ici qu'en Europe, le bénéfice net actualisé peut diminuer de 20 à 30% pour un simple retard de la première éclaircie. Cette première éclaircie est, on ne peut l'oublier, un investissement au même titre que la plantation. Mais, il apparaît généralement que les "intérêts" que cette éclaircie rapporte sont élevés et d'autant plus que l'intervention aura été bon marché.

Aux questions quelle doit être l'intensité de l'éclaircie et quel doit être le régime ultérieur d'éclaircie à prévoir nous ne pouvons tout à fait répondre par un essai qui n'en est qu'à ses débuts.

En ce qui concerne l'intensité de la première éclaircie, dans cet essai, nous avons comparé une intensité de 27% en intervention sélective avec une intensité de 33% en systématique. La réponse du peuplement, pour une surface terrière de 20 m^2/ha avant éclaircie fut la même. Nous en avons conclu qu'enlever sélectivement 40% des tiges et un tiers du volume ne compromettrait en rien l'avenir du peuplement.

L'équilibre économie - sylviculture entre à nouveau en jeu.

Faut-il intervenir fort et rarement ou peu et souvent. La seule réponse chiffrée que nous pouvons donner est celle fournie par l'éclaircie forte (2000, 750 et 400/ha) sur Pinus patula à la Haute-Matsiatra. Ce régime d'éclaircie a donné de bien meilleurs résultats économiques que l'éclaircie faible mais fréquente.

Savoir quelle rotation l'importance des travaux à réaliser permettra d'adopter est essentiel. Si la rotation est de 5 ans, voire même de 3 ans, il est certain qu'une éclaircie de 33%

d'intensité est trop faible: en effet après un an, l'indice de Hart-Becking ainsi que le volume sur pied sont redevenus, dans cet essai, les mêmes qu'avant l'intervention. La surface terrière initiale sera dépassée en moins de 2 ans.

Bien sûr, il faut toujours mettre en balance le côté sylviculture et l'aspect financier, mais en raison de l'importance des travaux à réaliser, il nous semble peu réaliste de prévoir une rotation inférieure à 5 ans. Dans ce cas, enlever un arbre sur deux et 40% de la surface terrière nous semble un minimum. Ramener très tôt la densité à 600 pieds par hectare et la surface terrière à 15 m²/ha, ne nous semble pas une solution à négliger. Des essais ont déjà été mis en place pour tester ces densités qui nous semblent, dans la situation actuelle, tout à fait raisonnables.

Elagage artificiel

Nous avons vu que, pour obtenir des sciages de qualité, l'élagage artificiel s'avérerait nécessaire. Pour l'exportation, cet élagage est même indispensable. En outre, l'enlèvement des branches basses, en empêchant le feu, risque très important, de monter dans les cimes peut être considéré comme une assurance contre les dégâts dus aux incendies. Rien que pour cela, l'élagage n'est pas un investissement à fond perdu. En outre, il ramène au sol une quantité non négligeable de matière organique. La litière, ainsi que nous avons pu l'observer dans l'essai n° 1, est, sur les sols pauvres du Haut-Mangoro, grâce au recyclage des éléments nutritifs et à ses effets annexes, essentielle au maintien d'une croissance soutenue du peuplement et à l'amélioration physico-chimique du sol. L'accélération artificielle du cycle des éléments à travers la litière par l'élagage, devrait améliorer de façon non négligeable la productivité globale du peuplement. (Nous n'avons encore aucune mesure précise à ce sujet et nous ne pouvons estimer économiquement le "bénéfice" induit).

Problèmes d'aménagement

Les problèmes d'aménagement liés à l'exploitation des bois de la première éclaircie sont de 2 types:

1) L'éclaircie est considérée comme un investissement: les bois sont coupés très jeunes et laissés sur place. Bien qu'aucune maladie apparaissant lorsqu'on laisse pourrir du bois, ne soit actuellement connue à Madagascar, une surveillance sanitaire est à conseiller. Elle est nécessaire de toute façon!

2) L'éclaircie est également une récolte: dans ce cas un aménagement est à prévoir. En effet, le débardage est une opération onéreuse et ce, d'autant plus que la distance de

transport est longue. Il est donc indispensable de réduire la distance de débardage au maximum et de permettre aux moyens de transport d'entrer dans le peuplement pour aller y chercher le bois. Pour ce faire l'ouverture d'un cloisonnement d'exploitation est nécessaire. Celui-ci peut être créé simplement par l'abattage systématique d'une ligne sur 10 ou 12 (écartement de 27 à 32 m). Le marquage de ce cloisonnement est le préalable nécessaire à l'éclaircie. Il devrait partir de la piste de plantation jusqu'au pare-feu de haut de pente de manière à permettre aux véhicules de revenir par un autre layon. Le cas échéant, en l'absence de pare-feu, il faudra prévoir d'ouvrir, par abattage d'une ligne transversale à +/- 20 m du bout de la parcelle, une piste afin de permettre le passage layon à l'autre.

Une fois ce cloisonnement matérialisé, une équipe, spécialement formée, devrait effectuer le marquage de l'éclaircie. Le cloisonnement en donnant des repères, facilitera le travail de marquage mais aussi le contrôle des travaux ultérieurs d'abattage et de débardage. Bien fait, il sera en outre une aide précieuse dans les opérations ultérieures de gestion: voies de contrôle et de vidange.

Il est souhaitable, si on compte extraire un certain nombre de billes de 4 m ou plus, d'effectuer l'abattage à 45° par rapport aux layons pour faciliter le débardage. Pour des billons de 1 ou 2m le transport jusqu'au "chemin" sera aisé car ne devant pas, en moyenne, dépasser 7 à 8m.

ANNEXE: DEFINITIONS

Hauteur dominante (H_o ou H_{dom}): hauteur moyenne des 100 plus grosses tiges à l'hectare. (Nous excluons les arbres présentant de trop gros défauts de forme - tortuosité importante, cime brisée, ...).

Surface terrière

(g) : surface de la section de la tige à 1,30 m.

(G) : surface terrière rapportée à l'hectare (en m^2/ha)

Surface terrière de l'arbre moyen: surface calculée en divisant la surface terrière à l'hectare par la densité.

Volumes: afin d'éviter les risques de sur-estimation et de donner un volume réel exploitable (car on laisse toujours une souche plus des flashes d'abattage sur le terrain) les volumes que nous utilisons sont tous calculés comme si l'arbre commençait à 30 cm au-dessus du niveau du sol. Pour obtenir le volume des normes internationales, qui débute au niveau du sol, il suffit de diviser la surface terrière (en m^2/ha) par 3 pour obtenir le volume des souches (en m^3/ha). Par exemple pour un peuplement de $G=30 \text{ } m^2/ha$ le volume des souches à ajouter à notre estimation est de $10 \text{ } m^3/ha$. Mais ceci n'a d'intérêt que si l'on peut récupérer ce volume de manière pratique à l'exploitation.

Volume bois-fort: volume d'une ou de tiges dont la plus petite section fait 7 cm de diamètre.

Volume sur ou sous écorce: avec ou sans écorce. Si on ne précise pas de quel volume il s'agit c'est donc du volume sur écorce.

Intensité de l'éclaircie: pourcentage d'arbres enlevés en éclaircie.

Type d'éclaircie: rapport du volume de l'arbre moyen ôté en éclaircie au volume de l'arbre moyen avant l'intervention.

Poids de l'éclaircie: pourcentage du volume ôté par l'éclaircie.

Indice de Hart-Becking (s): rapport exprimé en % de l'écartement moyen entre les arbres à la hauteur dominante. L'espacement moyen est calculé comme si la plantation était faite en triangles équilatéraux. La formule de calcul de l'indice est : $s = 107,5/H_o/\text{sqr}(n)$ avec sqr =racine carrée et n la densité.

Indice de stabilité du peuplement (Is): cet indice nous est inconnu dans la bibliographie dont nous disposons. Nous le définissons donc par le rapport entre la hauteur dominante et le diamètre de l'arbre moyen. Nous estimons à priori qu'un Is de 80 est idéal et qu'au-dessus de 100 le peuplement présente d'importants risques de chablis. (Ces valeurs sont à préciser dans l'avenir en fonction de l'expérience que nous acquérerons).

BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

FO.FI.FA. - Département des Recherches Forestières et Piscicoles: Rapport final sur la convention de recherches d'appui et d'accompagnement à l'opération de reboisement industriel de la Fanalamanga. Document n° 541/DRFP - mai 1985

LOUPPE D. - LEFEVRE M.: Tarif de cubage préliminaire pour le Pinus kesiya du Haut-Mangoro. Document n° 486/DRFP - décembre 1981

LOUPPE D. - VERHAEGEN D. - LEFEVRE M.: Rapport d'activité des chercheurs du CTFT en 1982. Document n° 522/DRFP - février 1983

LOUPPE D. - RANDRIANJAFY H. Tarifs de cubage concernant Pinus kesiya dans le périmètre de Reboisement Industriel de la Société Fanalamanga au Haut-Mangoro. Document n° 518/DRFP - novembre 1983

LOUPPE D. - VERHAEGEN D. - LEFEVRE M.: Rapport annuel 1983 de la Mission du Centre Technique Forestier Tropical à Madagascar. Document n° 526/DRFP - mars 1984

LOUPPE D. - VERHAEGEN D.: Compte-rendu d'un déplacement effectué à Périnet et au Mangoro les 26, 27 et 28 septembre 1984. Document n° 532/DRFP - octobre 1984

Afocel - Armaf - Informations - Forêts (G.T.): Une rencontre internationale à propos des éclaircies. Fascicule 139 - n° 4 - 1979

MOTTET A.: Epicéa de l'est de la Belgique, essais sur poutres aux dimensions d'emploi. Chaire de Technologie Forestière. F.S.A.Gx. - 1961.